

10 / 519960

29 DEC 2004



REC'D 03 JUL 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

BEST AVAILABLE COPY

Aktenzeichen: 102 29 620.0
Anmeldetag: 29. Juni 2002
Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG, Stuttgart/DE
Bezeichnung: Verfahren zur Bestimmung der
Abgasrückführmenge
IPC: F 02 D 21/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. Mai 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Weihmayer

DaimlerChrysler AG

Aifan

26.06.2002

Verfahren zur Bestimmung der Abgasrückführmenge

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung der Abgasrückführmenge für einen Verbrennungsmotor mit Abgasrückführung. Solche Motoren sind beispielsweise als Antriebsmotoren von Kraftfahrzeugen in Gebrauch. Die Abgasrückführung hat bekanntermaßen Vorteile hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und Abgasemissionen. Der Begriff "Menge" wird vorliegend der Einfachheit halber umfassend zur Bezeichnung irgendeiner mengenindikativen physikalischen Größe gebraucht, wie z.B. für die Masse oder die Mengen- oder Massenrate an rückgeführtem Abgas bzw. in den Motor eingespeistem Gasgemisch.

Die in den oder die Brennräume des Motors eingespeiste Frischgasmenge kann z.B. über einen Heißfilm-Luftmassenmesser (HFM) in einem zugehörigen Saugrohr gemessen werden. Die Abgasrückführmenge kann auf diese Weise nicht bestimmt werden und ist daher ohne weitere Maßnahmen höchstens für einen ganz bestimmten Auslegungszustand, z.B. einen Normzustand des Motors, indirekt festgelegt und bekannt. Für andere Motorbetriebszustände und insbesondere bei sich ändernder Temperatur und sich änderndem Luftdruck der Umgebung, welcher das Frischgas bzw. die Frischluft für den Motor entnommen wird, sollte eine gegenüber dem Auslegungszustand veränderte Abgasrückführrate eingestellt werden, um z.B. Emissionsgrenzwerte genau einhalten zu können. Daher ist es wünschenswert, zu jedem Zeitpunkt die Abgasrückführrate möglichst genau zu kennen, um sie auf einen geeigneten Wert einregeln zu können.

In der Offenlegungsschrift DE 199 34 508 A1 ist ein Verfahren zur Abgasrückführsteuerung beschrieben, bei dem eine Soll-

Abgasrückführmenge auf der Basis von Motorlast, Motordrehmoment und Luftdruck erfasst wird, eine Ist-Abgasrückführmenge sowie die Öffnungs- und die Schließbewegung einer Drosselklappe sensorisch erfasst werden und ein Abgasrückführsteuerventil in Abhängigkeit von der Differenz zwischen Ist- und Soll-Abgasrückführmenge und einem Drosselklappenöffnungssignal sowie einem Drosselklappenschließsignal und dem jeweils zugehörigen Luftdruck betätigt wird. Die sensorische Erfassung der Abgasrückführmenge erfolgt durch Differenzdruckmessung mittels eines Differenzdrucksensors an einer Drosselöffnung, die in einer zugehörigen Abgasrückführleitung vorgesehen ist.

In der Patentschrift DE 198 30 300 C2 wird vorgeschlagen, die Abgasrückführmenge im Fall einer externen Abgasrückführung abhängig von der Stellung eines Abgasrückführventils und im Fall einer internen Abgasrückführung abhängig von dem Brennraum-Totvolumen und gegebenenfalls einer Einlassventilsteuerung zu ermitteln.

Aus der Patentschrift DE 199 17 708 C1 ist ein Verfahren zur Bestimmung der Zusammensetzung eines Luft/Kraftstoff-Gemisches im Brennraum eines Verbrennungsmotors mittels Ionenstrommessung bekannt, bei dem aus einem Vergleich der Amplituden eines ersten lokalen Maximums und eines zweiten lokalen Maximums des Ionenstromsignalverlaufs auf einen durch Abgasrückführung bedingten Restgasanteil in Luft/Kraftstoff-Gemisch geschlossen wird.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Verfahrens der eingangs genannten Art zugrunde, durch das sich mit relativ geringem Aufwand die Abgasrückführmenge in verschiedenen Motorbetriebszuständen und insbesondere auch bei variierenden Druck- und Temperaturverhältnissen des dem Motor zugeführten Gasgemischs stets relativ präzise und zuverlässig bestimmen lässt.

Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Verfahrens zur Bestimmung der Abgasrückführmenge mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bei diesem Verfahren wird zunächst vorab eine Basismenge an Gasgemisch, das in den oder die Motorbrennräume eingespeist wird, für wenigstens einen vorgebbaren Basiszustand des Verbrennungsmotors bei deaktivierter Abgasrückführung ermittelt. Zugehörig erfolgt eine Vorab-Ermittlung eines Basisdrucks und/oder einer Basistemperatur für den jeweiligen Basiszustand. Im laufenden Motorbetrieb wird dann der Druck und/oder die Temperatur des eingespeisten Gasgemischs für den jeweils aktuellen Motorzustand mit aktivierter Abgasrückführung und daraus die aktuell eingespeiste Gasgemischmenge ermittelt. Letztere bestimmt sich hierbei als die vorab ermittelte Basismenge des zugehörigen Basiszustands korrigiert wenigstens durch das Verhältnis von aktuell ermitteltem Druck zu Basisdruck und/oder durch das Verhältnis von Basistemperatur zu aktuell ermittelter Temperatur. Parallel dazu wird ein Frischgasanteil am eingespeisten Gasgemisch ermittelt. Aus der Differenz zwischen der ermittelten, aktuell eingespeisten Gasgemischmenge und der ermittelten aktuellen Frischgasmenge wird dann die aktuelle Abgasrückführmenge bestimmt.

Die erfindungsgemäße Bestimmung der Abgasrückführmenge benötigt folglich keinerlei Sensorik zur Messung der Abgasrückführmenge. Auch ohne Abgasrückführmengensensorik kann die Menge an rückgeführtem Abgas sehr präzise und zuverlässig ermittelt werden, und zwar rechnerisch anhand vorab ermittelter Basiswerte für die Menge sowie den Druck und/oder die Temperatur des Gasgemischs in einem Motor-Basiszustand und der aktuell ermittelten Werte von Druck und Temperatur des Gasgemischs.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 erfolgt von Zeit zu Zeit eine Aktualisierung der Basiswerte des jeweiligen Basiszustands im laufenden Motorbetrieb. Dadurch können die Basiswerte an sich während der Gebrauchsdauer des Motors ergebende Veränderungen automatisch angepasst werden. Als wei-

terer Vorteil kann es in diesem Fall genügen, die Basiswerte nur typbezogen und nicht für jeden einzelnen Motor vorab zu ermitteln, um sie dann auf den einzelnen Motor während dessen Betrieb zu adaptieren.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 3 wird automatisch der Dichteverlust des Gasgemischs berücksichtigt, der sich für den Frischgasanteil durch die Zumischung von rückgeführten, heißem Abgas ergibt. In Ausgestaltung dieser Maßnahme wird gemäß Anspruch 4 die Mischtemperatur durch einen genügend schnell ansprechenden Temperatursensor stromabwärts der Zumischstelle gemessen oder rechnerisch anhand eines Mischtemperaturmodells ermittelt, wobei dieses Temperaturmodell auf einer vorab in einem Motorbasiszustand ermittelten Basis-Abgastemperatur beruht. Alternativ wird dann die tatsächliche, jeweils aktuelle Abgastemperatur mittels geeigneten Sensors direkt gemessen, oder die jeweils aktuelle Abgastemperatur wird in Abhängigkeit von hierfür relevanten Einflussparametern abgeleitet. In einer weiteren Ausgestaltung wird gemäß Anspruch 5 zusätzlich die Abkühlrate des rückgeführten Abgases bis zum Erreichen der Zumischstelle berücksichtigt. Hierzu wird die Temperatur des Abgasrückführgases unmittelbar vor der Zumischstelle alternativ entweder mittels geeigneten Sensors direkt gemessen, oder aber die Abkühlung des rückgeführten Abgases zwischen der Stelle, an der die oben erwähnte Abgastemperatur gemessen oder errechnet wurde, und der Zumischstelle wird mit Hilfe eines Abkühlungsmodells abhängig von hierfür relevanten Einflussparametern errechnet.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 6 wird das Mischtemperaturmodell von Zeit zu Zeit mit den Messwerten eines vergleichsweise langsam reagierenden und daher wenig aufwendigen Mischtemperatursensors stromabwärts der Zumischstelle während geeigneter, hinreichend stationärer Motorbetriebszustände an die aktuellen Gegebenheiten adaptiert. Das Mischtemperaturmodell kann sich somit an Verände-

rungen des Motors im Laufe seiner Gebrauchsdauer automatisch anpassen.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Bestimmung der Abgasrückführmenge für eine Abgasrückführmengenregelung und

Fig. 2 ein schematisches Ablaufdiagramm für die Bestimmung einer im Verfahren von Fig. 1 optional verwendeten Mischtemperaturbestimmung anhand eines Mischtemperaturmodells.

Das in Fig. 1 mit seinen wesentlichen Schritten im Ablauf von links nach rechts veranschaulichte Verfahren dient der Bestimmung der Abgasrückführmenge bzw. gleichbedeutend der Abgasrückführrate oder Abgasrückführmasse für einen Verbrennungsmotor mit Abgasrückführung anhand einer modellbasierten Ermittlung der gesamten, in den oder die Motorbrennräume eingespeisten Gasgemischmenge, auch als Zylindermasse oder Schluckvermögen des Motors bezeichnet, und einer sensorischen Erfassung von deren Frischgasanteil, um aus der Differenz auf die gesuchte Abgasrückführmenge zu schließen. Hierbei erfolgt die angesprochene modellbasierte Ermittlung der gesamten Zylindermasse entweder durch eine modellgestützte Korrektur der einmal im Basiszustand ohne Abgasrückführung bei Basisrandbedingungen, insbesondere bezüglich Druck und Temperatur, ermittelten und abgespeicherten Basiszylindermasse um die Wirkung der dabei entscheidenden, aktuell gegenüber den Basisrandbedingungen abweichenden Einflussparameter, insbesondere Druck und Temperatur, oder aber sie erfolgt alternativ anhand einer modellgestützten Korrektur des einmal im Basiszustand ohne Abgasrückführung bei Basisrandbedingungen ermittelten und abgespeicherten Basisschluckvermögens um die Wirkung der dabei entschei-

denden, aktuell gegenüber den Basisrandbedingungen abweichenden Einflussparameter. Hierbei versteht sich das Schluckvermögen als Verhältnis der tatsächlichen Gesamtzylindermasse zur theoretischen Zylindermasse, die bei vollständiger Füllung des Zylinders entsprechend dem Hubvolumen mit Gas der zugehörigen Dichte gemäß Druck und Temperatur beispielsweise des Ansaugsammelvolumens vorliegt. Im ersteren Fall wird die Gesamtzylindermasse direkt berechnet, während sie im letzteren Fall mittels zugehörigem Druck und zugehöriger Temperatur z.B. im Ansaugsammelvolumen aus dem errechneten aktuellen Schluckvermögen ermittelt werden kann.

In einem ersten Vorab-Schritt werden hierzu also entweder für einen vorgebbaren Basiszustand des Motors bei deaktivierter Abgasrückführung die Basismenge, d.h. die in diesem Betriebszustand in den Motor eingespeiste Gasgemischmenge, d.h. gesamte Zylindermasse, sowie der zugehörige Druck- und Temperaturzustand des eingespeisten Gasgemischs oder aber daraus das bei diesem Basiszustand vorliegende Schluckvermögen ermittelt, vorzugsweise auf einem Motorprüfstand vor Einbau des Motors an seinem Gebrauchsort z.B. in einem Kraftfahrzeug. Da die Abgasrückführung deaktiviert ist, entspricht die Basismenge der in diesem Basiszustand eingespeisten Frischgasmenge. Diese kann in üblicher Weise z.B. durch einen HFM-Sensor in einem geeigneten Abschnitt der zugehörigen Ansaugstrecke des Motors erfasst werden. Zur Druck- und Temperaturerfassung werden geeignete, herkömmliche Druck- und Temperatursensoren z.B. im Ansaugsammelvolumen platziert. Dabei sollten die komplette Ansaugstrecke und die Lage der Sensoren für die Basismenge, den Basisdruck und die Basistemperatur möglichst gut dem Aufbauzustand des Motors im späteren Gebrauch entsprechen. Wenn der Motor mit einem Abgasturbolader ausgerüstet ist, werden die Sensoren stromabwärts desselben platziert, bei Motoren mit zusätzlicher Ladeluftkühlung stromabwärts des Ladeluftkühlers.

Die auf diese Weise vorab gewonnenen Basisdaten werden dann als Kennlinien 1 in einem Motorsteuergerät abgelegt, d.h. es

liegen im Motorsteuergerät eine Basismengen-Kennlinie 1a, welche die im jeweils gewählten Basiszustand motorbetriebspunktabhängig eingespeiste Frischgasmenge angibt, eine betriebspunktabhängige Basisdruck-Kennlinie 1b und eine betriebspunktabhängige Basistemperatur-Kennlinie 1c vor. Alternativ dazu können, wie in Fig. 1 angedeutet, die vorab ermittelten Basiswerte statt als Basiskennlinien als Basiskennfelder 2 motorbetriebspunktabhängig im Motorsteuergerät abgelegt werden, d.h. in Form eines Basismengen-Kennfeldes 2a, eines Basisdruck-Kennfeldes 2b und eines Basistemperatur-Kennfeldes 2c.

Die Kennliniengruppe 1 bzw. Kennfeldgruppe 2 beinhalten somit die Information über das Basis-Schluckvermögen des betrachteten Motors zusammen mit den zugehörigen Informationen über Druck und Temperatur des in den Motor bei deaktivierter Abgasrückführung eingespeisten Frischgases, üblicherweise Frischluft. Weiterhin können anstelle dieser Basismengen, Basisdrücke und Basistemperaturen auch direkt Kennlinien oder Kennfelder des Basisschluckvermögens abgelegt werden.

Bevorzugt werden die dergestalt vor dem eigentlichen Motorbetrieb im Motorsteuergerät abgelegten Basiswerte während des späteren Betriebs des Motors im Gebrauch z.B. im Kraftfahrzeug von Zeit zu Zeit an die aktuellen Gegebenheiten adaptiert. So kann beispielsweise vorgesehen sein, für einen jeweiligen Motortyp die Basiswerte nur an einem oder einigen wenigen Motorexemplaren aufzunehmen und dann für alle Motoren dieses Typs im Steuergerät abzuspeichern, wo sie im Gebrauch des Motors an das einzelne Motorexemplar adaptiert werden können.

Die Adaption erfolgt während entsprechenden Betriebszuständen des Motors, die dem bzw. den gewählten Basiszuständen entsprechen, insbesondere Betriebszustände ohne aktivierte Abgasrückführung. Für die Adaption werden während der entsprechenden Betriebszustände die aktuellen Werte für Menge, Druck und Temperatur der in den Motor eingespeisten Frischluft sensorisch an einer zugehörigen Bezugsmessstelle oder in anderer Weise

beispielsweise über geeignete Rechenmodelle ermittelt, wonach die abgespeicherten Basiswerte mit diesen aktuell ermittelten Werten verglichen und bei Bedarf geeignet aktualisiert bzw. angepasst werden. Im Falle, dass in den Basiswerten das Schluckvermögen statt der Gesamtzylindermasse abgelegt wird, muss dazu aus den aktuellen Werten für Menge, d.h. Gesamtzylindermasse, Druck und Temperatur an der zugehörigen Bezugsmessstelle zunächst das Schluckvermögen ermittelt werden, um damit dann den entsprechenden Basiswert zu aktualisieren bzw. anzupassen.

Mit diesem Adaptionsvorgang lassen sich nicht nur Schwankungen der Basiswerte zwischen einzelnen Motoren kompensieren, sondern es wird für jeden einzelnen Motor eine Anpassung dieser Basiswerte an seinen momentanen Gebrauchszustand über seine Lebensdauer hinweg erzielt. So wird z.B. durch diese Adaption im Fall eines sich allmählich zusetzenden Partikelfilters bei einem Dieselmotor die Basismenge an eingespeistem Gasgemisch automatisch entsprechend verringert. Genauso wird ein sich über der Laufzeit änderndes Schluckvermögen etwa durch zuwachsende Luftführungsorgane oder durch sich verstellende Ventilsteuerzeiten durch die Adaption erkannt und entsprechend eingelernt.

Im Gebrauchsbetrieb des Motors wird dann vom jeweiligen, durch die Kennliniengruppe 1 bzw. die Kennfeldgruppe 2 repräsentierten, motorindividuellen und lebensdauerunabhängigen Basiszustand ausgegangen und die jeweils aktuelle Zylindermasse entweder unter Verwendung der idealen Gasgleichung rechnerisch ermittelt, indem die Basismenge in Abhängigkeit vom aktuellen Druck und der aktuellen Temperatur des momentan eingespeisten Gasgemischs verglichen mit dem Basisdruck und der Basistemperatur an der zugehörigen Bezugsmessstelle entsprechend korrigiert wird, oder aber die aktuelle Zylindermasse aus dem Basis-schluckvermögen mittels des aktuellen Drucks und der aktuellen Temperatur an der zugehörigen Bezugsmessstelle rechnerisch ermittelt wird.

Im ersten Fall folgt hierbei aus der idealen Gasgleichung, dass entsprechend korrigiert wird. Genauer gesagt folgt aus der idealen Gasgleichung, dass sich die aktuelle Gasgemischmenge aus der Basismenge multipliziert mit dem Verhältnis von aktuellem Druck zu Basisdruck und dem Verhältnis von Basistemperatur zu aktueller Temperatur ergibt, d.h. es gilt die Beziehung

$$m_{\text{aktuell}} = m_{\text{Basis}} \cdot (p_{\text{aktuell}} / p_{\text{Basis}}) \cdot (T_{\text{Basis}} / T_{\text{aktuell}}),$$

mit der aktuellen Gasgemischmenge m_{aktuell} , der Basismenge m_{Basis} , dem aktuellen Druck p_{aktuell} , dem Basisdruck p_{Basis} , der aktuellen Temperatur T_{aktuell} und der Basistemperatur T_{Basis} .

Dementsprechend wird, wie in Fig. 1 veranschaulicht, in einem Druckkorrekturschritt 3 der aktuelle Druck p_{aktuell} von einem Drucksensor 4 gemessen und durch den zugehörigen, abgelegten Basisdruck p_{Basis} dividiert. Mit diesem Druckverhältnis wird die abgelegte, zugehörige Basismenge m_{Basis} in einem ersten Multiplikationsschritt M1 multipliziert.

In einem anschließenden, zweistufigen Temperaturkorrekturschritt wird zunächst in einem ersten Teilschritt 5 der zum gewählten Basiszustand gehörige Basistemperaturwert T_{Basis} durch einen ersten aktuellen Frischgastemperaturwert T_{aktuell1} dividiert, der von einem zugehörigen Frischgas-Temperatursensor 6 erfasst wird. Bei diesem Temperaturwert T_{aktuell1} handelt es sich ebenso wie bei dem Basistemperaturwert T_{Basis} um einen relativ stark verzögert gewonnenen Temperaturwert, wie er z.B. von einem relativ träge ansprechenden Temperatursensor geliefert wird. Mit diesem Temperaturverhältnis wird dann die druckkorrigierte Basismenge in einem zweiten Multiplikationsschritt M2 multipliziert.

Der bis zu dieser Stufe ermittelte Zylindermassenwert $m_{\text{Zylinder1}}$ berücksichtigt noch nicht den erwärmungsbedingten Dichteverlust, der sich für den Frischgasanteil durch das Zumischen von

gegenüber dem Frischgas heißerem, rückgeführten Abgas ergibt. Eine zweite Temperaturkorrekturstufe 7 dient daher zur Berücksichtigung dieses Dichteverlustes. Dazu wird der Quotient eines aktuellen Temperaturwertes $T_{aktuell2}$ und eines Mischtemperaturwertes T_{misch} , auf dessen Bestimmung unten näher eingegangen wird, gebildet, mit dem der Gasgemisch-Mengenwert $m_{Zylinder1}$ der den Dichteverlust noch nicht berücksichtigt, in einem dritten Multiplikationsschritt M3 multipliziert wird, um den entsprechenden, den Dichteverlust berücksichtigenden Mengenwert $m_{Zylinder2}$ zu ergeben. Bei dem zweiten aktuellen Temperaturwert $T_{aktuell2}$ handelt es sich um einen gegenüber dem ersten Temperaturwert $T_{aktuell1}$ geringer verzögerten Temperaturwert, der von einem zugehörigen weiteren Frischgas-Temperatursensor 8 gewonnen wird. Alternativ können die beiden aktuellen Temperaturwerte $T_{aktuell1}$, $T_{aktuell2}$ durch entsprechend unterschiedliche Verarbeitung des Signals eines einzelnen, ausreichend rasch reagierenden Temperatursensors gewonnen werden.

Der solchermaßen aus der Basismenge m_{Basis} anhand der verschiedenen Korrekturbeiträge abgeleitete Zylindermassenwert $m_{Zylinder2}$ stellt dann die ermittelte aktuell eingespeiste Gasgemischmenge m_{Motor} dar, von der in einem abschließenden Abgasrückführmengen-Bestimmungsschritt 27 ein von einem HFM-Sensor 26 ermittelter Frischgasanteil m_{Luft} abgezogen wird, um die gesuchte aktuelle Abgasrückführmenge zu erhalten. Gleichbedeutend hiermit wird gemäß Fig. 1 die aktuelle Abgasrückführrate als Verhältnis der Differenz von Gesamtmenge m_{Motor} und Frischgasanteil m_{Luft} zur Gesamtmenge m_{Motor} ermittelt. Dieser Istwert wird ebenso wie ein anhand eines zugehörigen Kennfeldes 28 ermittelter Abgasrückführraten-Sollwert einer herkömmlichen AGR-Regelung 29 zugeführt, welche die Abgasrückführrate bzw. Abgasrückführmenge entsprechend regelt.

Die Ermittlung der Mischtemperatur T_{misch} kann sensorisch anhand eines zugehörigen Temperatursensors 9 mit ausreichend schnellem Ansprechverhalten vorgenommen werden, der stromabwärts der Zumischstelle des rückgeführten Abgases zur Frischluft platziert wird. In manchen Fällen, z.B. bei Dieselmotoren, kann

hierbei das Problem auftreten, dass ein dort platzierter Temperatursensor vor Abgasbeaufschlagung geschützt werden muss, wodurch das Ansprechverhalten verlangsamt wird. Speziell auch in solchen Fällen kann die Mischtemperatur T_{Misch} alternativ rechnerisch anhand eines Mischtemperaturmodells 10 ermittelt werden, das in Fig. 2 näher dargestellt ist.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich, besteht das Mischtemperaturmodell aus einem Abgastemperaturmodell 11 und einem Abgasrückführungs-Abkühlungsmodell 12. Das Abgastemperaturmodell 11 beinhaltet die Vorab-Ermittlung eines Basisabgastemperatur-Kennfeldes 13, welches eine Basis-Abgastemperatur für einen vorgebbaren Basis- bzw. Normzustand abhängig vom Motorbetriebspunkt, stellvertretend durch die explizit angegebenen Größen Motordrehzahl n_{Mot} und Lambda-Wert λ/ME repräsentiert, bei deaktivierter Abgasrückführung beschreibt und im Motorsteuergerät abgespeichert wird. Im Gebrauchsbetrieb des Motors werden dann die wichtigsten Einflussparameter auf die Abgastemperatur laufend erfasst, und die aktuelle Abgastemperatur wird durch Aktualisierung der Basis-Abgastemperatur anhand von kennfeldbasierten Korrekturwerten abgeschätzt, die sich aus einem jeweiligen Vergleich eines aktuell ermittelten Einflussparameterwertes mit dem zum abgespeicherten Basiszustand gehörigen Einflussparameterwert ergeben.

Speziell sind im Abgastemperaturmodell 11 von Fig. 2 als Einflussparameter die relative Lage der Einspritzung, d.h. der Verbrennungsschwerpunkt, die Abgasrückführrate, die Umgebungslufttemperatur und die Motorkühlwassertemperatur gewählt. Je nach Anwendungsfall kann vorgesehen sein, nur einen Teil dieser Einflussparameter und/oder weitere Einflussparameter in das Abgastemperaturmodell 11 einzubinden.

Im Rahmen des Abgastemperaturmodells 11 von Fig. 2 wird während des Motorbetriebs in einem Verbrennungsschwerpunkt-Korrekturschritt 14 laufend ein aktueller Verbrennungsschwerpunkt ermittelt und von einem Basis-Verbrennungsschwerpunkt

subtrahiert, der einem abgespeicherten, zugehörigen Kennfeld 15 entnommen wird, welches vorab für den betreffenden Basiszustand motorbetriebspunktabhängig ermittelte Werte des Verbrennungsschwerpunkts enthält. Aus einem entsprechenden weiteren abgelegten Kennfeld 16 wird der ermittelten Verbrennungsschwerpunkt-Differenz ein zugehöriger erster Abgastemperatur-Korrekturwert dT_1 zugeordnet, mit dem der zum betreffenden Motorzustand gehörige Basis-Abgastemperaturwert additiv korrigiert wird.

In einem Abgasrückföhrdaten-Korrekturschritt 17 wird die Differenz zwischen einem Abgasrückföhrdaten-Sollwert, wie er sich aus einem zugehörigen, abgelegten Basiskennfeld ergibt, und einem z.B. unter Emissions- bzw. Umweltgesichtspunkten gegebenenfalls korrigierten Sollwert gebildet, und dieser Differenz wird anhand eines zugehörigen Kennfeldes 18 ein zweiter Abgastemperatur-Korrekturwert dT_2 zugeordnet, der wiederum einen additiven Korrekturbeitrag zur Basis-Abgastemperatur darstellt.

In einem Lufttemperatur-Korrekturschritt 19 wird die aktuell erfasste Umgebungslufttemperatur von einer vorgegebenen Basis-Lufttemperatur subtrahiert, und dieser Differenz wird wiederum anhand eines zugehörigen, abgelegten Kennfeldes 20 motorbetriebspunktabhängig ein entsprechender dritter Abgastemperatur-Korrekturwert dT_3 zugeordnet, mit dem die Basis-Abgastemperatur erneut additiv korrigiert wird.

In einem Motorköhlwasser-Korrekturschritt 21 wird die Differenz zwischen einer vorgegebenen Basis-Motorköhlwassertemperatur und der aktuell erfassten Motorköhlwassertemperatur gebildet, und dieser Differenz wird anhand eines zugehörigen abgelegten Kennfeldes 22 motorbetriebspunktabhängig ein vierter Abgastemperatur-Korrekturwert dT_4 zugeordnet, der einen weiteren additiven Korrekturbeitrag bildet, um aus der Basis-Abgastemperatur die aktuelle Abgastemperatur abzuleiten.

Auf diese Weise kann ausgehend von einem vorgebbaren Basiszustand die Abgastemperatur für beliebige andere Motorbetriebszustände anhand des Abgastemperaturmodells 11 abgeschätzt werden. Der dadurch erhaltene Abgastemperaturwert ist dann noch um die Abkühlrate des rückgeführten Abgases auf seinem Weg vom Motor bis zur Zumischstelle zu berücksichtigen. Für einen Motor mit Abgasrückführungs(AGR)-Kühler erfolgt dies im Beispiel von Fig. 2 durch das AGR-Abkühlungsmodell 12. In dieses Abkühlungsmodell 12 gehen ein Abgasdurchfluss-Kennfeld 23 und ein Kühlmittel-Kennfeld 24 ein. Das Abgasdurchfluss-Kennfeld 23 gibt die Abkühlrate bzw. den Wirkungsgrad des AGR-Kühlers in Abhängigkeit vom Abgasdurchfluss durch den AGR-Kühler an, wobei dieser Abgasdurchfluss anhand einer Soll-Abgasrückführrate und der Gesamtzylindermasse abgeschätzt wird. Das Kühlmittel-Kennfeld 24 gibt den vom Kühlmittel bewirkten Einfluss auf die Abkühlrate bzw. den Wirkungsgrad an, und zwar in Abhängigkeit von Temperatur und Durchfluss des Kühlmittels bzw. Kühlwassers. Beide Kennfelder 23, 24 liefern je einen weiteren additiven Korrekturbeitrag zur Bestimmung der aktuellen Temperatur des rückgeführten Abgases.

Es versteht sich, dass je nach Anwendungsfall ein jeweiliger Korrekturbeitrag statt wie erwähnt additiv in anderer Weise, z.B. multiplikativ, in die modellbasierte Abschätzung der Abgastemperatur eingehen kann und statt der erwähnten Kennfelder alternativ entsprechende abgelegte Kennlinien verwendet werden können.

In einem abschließenden Mischtemperatur-Ermittlungsschritt 25 wird dann die gesuchte Mischtemperatur T_{misch} anhand der modellbasiert ermittelten Temperatur des rückgeführten Abgases vor der Zumischstelle, wobei diese Temperatur z.B. derjenigen des rückgeführten Abgases vor einem AGR-Ventil in einer AGR-Leitung entspricht, und anhand der Temperatur des zugeführten Frischgases vor der Zumischstelle bestimmt.

Optional kann eine Adaption des gesamten Mischtemperaturmodells 10 über die Motorbetriebszeit hinweg vorgesehen sein, um das Modell an etwaige Veränderungen des Motorsystems anzupassen. Hierfür kann ein Mischtemperatursensor nach Art des erwähnten Sensors 9 stromabwärts der Zumischstelle dienen, für den jedoch ein relativ langsames Ansprechverhalten genügt. Mit ihm wird dann die Mischtemperatur in hinreichend stationären Motorbetriebszuständen sensorisch erfasst, und das Mischtemperaturmodell 10 wird mit dem so erhaltenen Mischtemperaturmesswert abgeglichen.

Wie die obige Erläuterung des gezeigten Ausführungsbeispiels und von Varianten hiervon deutlich macht, ermöglicht die Erfindung eine vergleichsweise exakte Ermittlung der aktuellen Abgasrückführrate praktisch im gesamten motorischen Betriebsbereich ohne aufwendige konstruktive und sensorische Zusatzmaßnahmen, d.h. es genügt bereits ein herkömmlicher Umfang an Motorsensorik und ein herkömmlicher Aufbau eines Abgasrückführungssystems. Dies ermöglicht einen emissionsarmen Motorbetrieb mit aktivierter Abgasrückführung praktisch im gesamten Motorkennfeldbereich. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere für Verbrennungsmotoren mit Selbstzündung und vorzugsweise für solche mit einer Common-Rail-Kraftstoffeinspritzvorrichtung. Beim Einsatz in Kraftfahrzeugen lässt sich eine exakte Steuerung bzw. Regelung der Abgasrückführung auch bei Fahrten in unterschiedlicher Höhe und bei unterschiedlichen Außentemperaturen beibehalten. Durch die erfindungsgemäß jederzeit relativ genau vorhandene Kenntnis der Abgasrückführrate lässt sich je nach Bedarf eine Verbesserung weiterer Motorfunktionalitäten, wie Vollastbegrenzung, Rauchkennfeld, Motorschutzfunktionen und Abgasturboladerregelung, erreichen.

DaimlerChrysler AG

Aifan
26.06.2002Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Abgasrückführmenge für einen Verbrennungsmotor mit Abgasrückführung, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Vorab-Ermitteln einer Basismenge (m_{Basis}) an in den oder die Motorbrennräume eingespeistem Gasgemisch sowie eines Basisdrucks und/oder einer Basistemperatur des Gasgemischs für wenigstens einen vorgebbaren Basiszustand des Verbrennungsmotors bei deaktivierter Abgasrückführung,
- Ermitteln von Druck und/oder Temperatur des eingespeisten Gasgemischs für einen jeweils aktuellen Motorzustand mit aktivierter Abgasrückführung und Ermitteln der aktuellen eingespeisten Gasgemischmenge (m_{Motor}) als die Basismenge korrigiert wenigstens durch das Verhältnis von aktuell ermitteltem Druck zu Basisdruck des Gasgemischs und/oder das Verhältnis von Basistemperatur zu aktuell ermittelter Temperatur des Gasgemischs und
- Ermitteln eines Frischgasanteils (m_{Luft}) am eingespeisten Gasgemisch für den jeweils aktuellen Motorzustand und Bestimmen der aktuellen Abgasrückführmenge anhand der Differenz zwischen der ermittelten aktuellen eingespeisten Gasgemischmenge und dem ermittelten aktuellen Frischgasanteil.

2. Verfahren nach Anspruch 1 weiter dadurch gekennzeichnet, dass die vorab ermittelten Basisdaten im laufenden Motorbetrieb bei Vorliegen geeigneter, vorgebbarer Motorbetriebszustände anhand von ermittelten aktuellen Mengen-, Druck- und Temperaturwerten des eingespeisten Gasgemischs aktualisiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, weiter
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Ermittlung der aktuellen Temperatur des eingespeisten Gas-
gemischs die Bestimmung einer Mischtemperatur (T_{Misch}) beinhal-
tet, die sich durch Zumischung von rückgeführtem Abgas zum
Frischgasanteil des eingespeisten Gasgemischs ergibt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, weiter
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Ermittlung der Mischtemperatur durch einen stromabwärts
einer Zumischstelle von rückgeführtem Abgas zum Frischgasan-
teil platzierten Temperatursensor (9) mit genügend schnellem
Ansprechverhalten oder durch ein Mischtemperaturmodell (10)
erfolgt, das eine modellbasierte Bestimmung der Abgastempera-
tur anhand von vorab für einen Basiszustand ermittelten Basis-
Abgastemperaturwerten und von Temperaturkorrekturbeiträgen
(dT_1 , dT_2 , dT_3 , dT_4) beinhaltet, die aus einer aktuellen Er-
fassung von abgastemperaturrelevanten Einflussparametern ge-
wonnen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, weiter
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
der über das Abgastemperaturmodell ermittelte Abgastemperatur-
wert zur Ermittlung der Temperatur des rückgeführten Abgases
zusätzlich um einen Abgasrückführungs-Abkühlratenbeitrag kor-
rigiert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, weiter
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
das Mischtemperaturmodell im laufenden Motorbetrieb während
ausreichend stationären Motorbetriebszuständen anhand der
Messwerte eines stromabwärts der Zumischstelle von rückgeführ-
tem Abgas zum Frischgasanteil platzierten Temperatursensors
aktualisiert wird.

Fig. 1

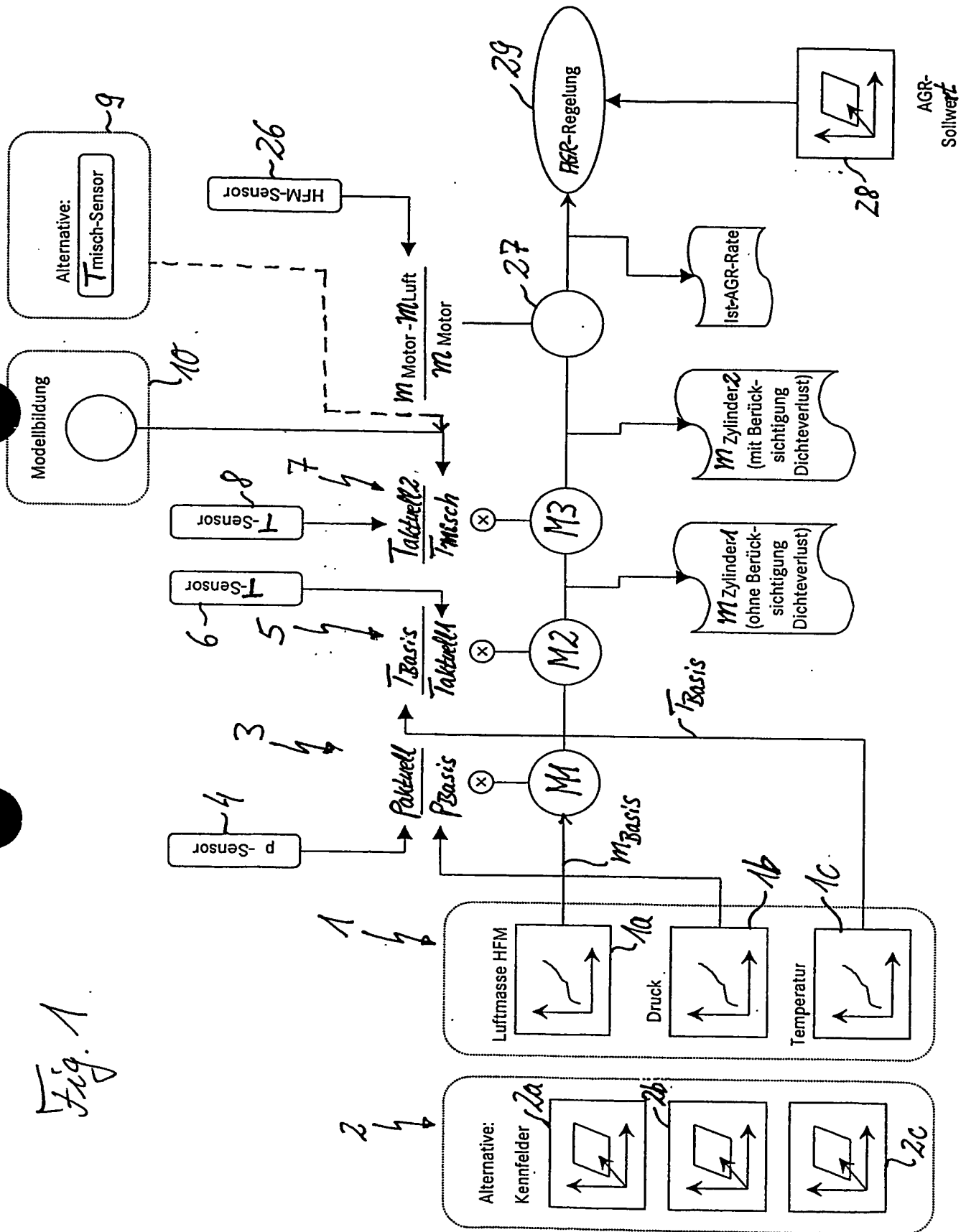
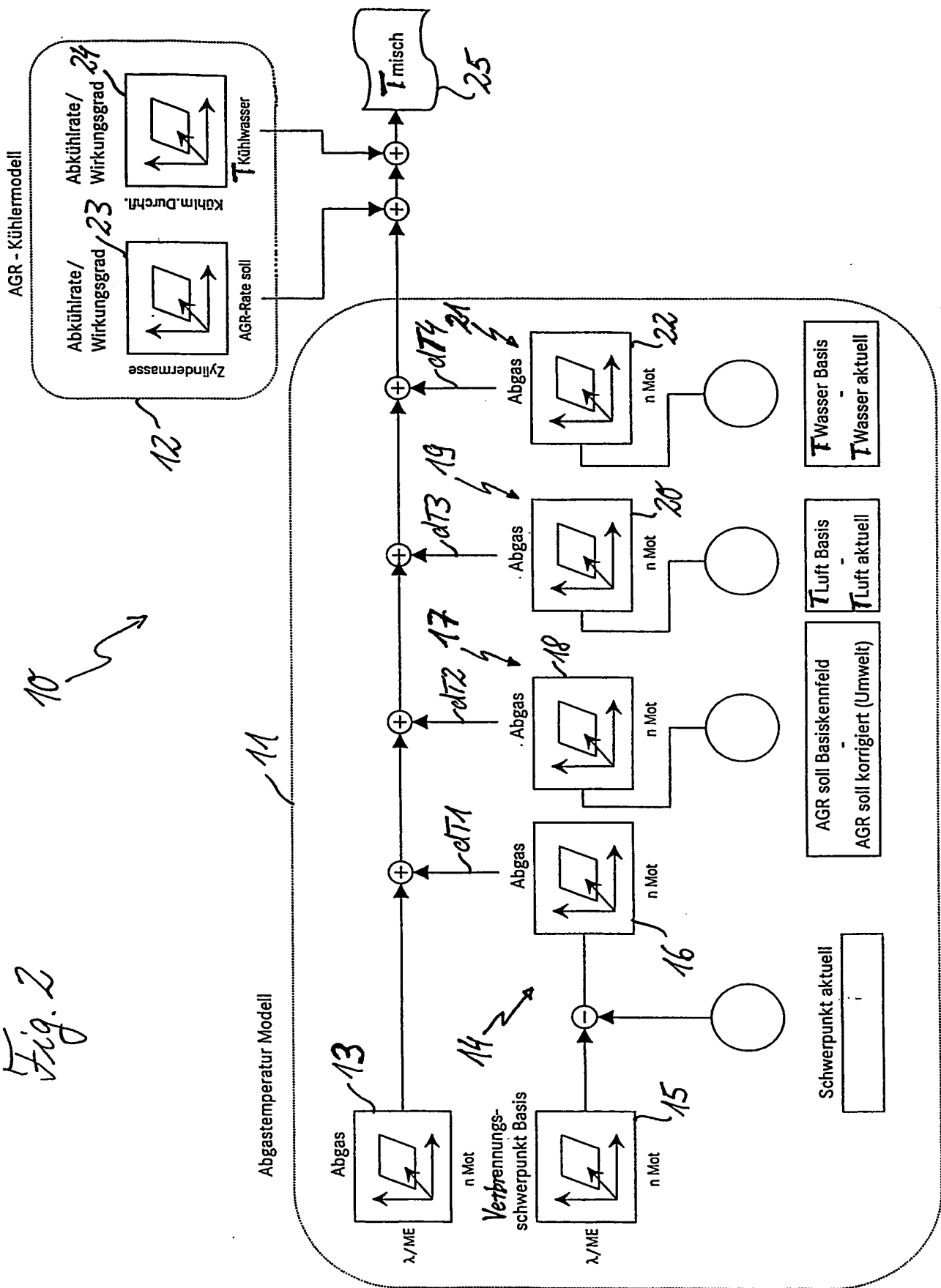


Fig. 2



DaimlerChrysler AG

Aifan
26.06.2002Zusammenfassung

1. Verfahren zur Bestimmung der Abgasrückführmenge.
- 2.1. Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung der Abgasrückführmenge für einen Verbrennungsmotor mit Abgasrückführung.
- 2.2. Erfindungsgemäß werden vorab eine Basismenge an in den oder die Motorbrennräume eingespeistem Gasgemisch sowie ein Basisdruck und/oder eine Basistemperatur des Gasgemischs für wenigstens einen vorgebbaren Basiszustand des Verbrennungsmotors bei deaktivierter Abgasrückführung ermittelt. Im laufenden Motorbetrieb werden dann Druck und/oder Temperatur des eingespeisten Gasgemischs für den aktuellen Motorzustand mit aktivierter Abgasrückführung ermittelt. Die aktuelle eingespeiste Gasgemischmenge wird dann als die Basismenge korrigiert durch wenigstens das Verhältnis von aktuellem Druck zu Basisdruck des Gasgemischs und/oder das Verhältnis von Basistemperatur zu aktueller Temperatur des Gasgemischs ermittelt. Des Weiteren wird ein Frischgasanteil am eingespeisten Gasgemisch für den aktuellen Motorzustand ermittelt, wonach die aktuelle Abgasrückführmenge anhand der Differenz zwischen der ermittelten aktuellen Gasgemischmenge und dem ermittelten Frischgasanteil bestimmt wird.
- 2.3. Verwendung z.B. für Dieselmotoren von Kraftfahrzeugen.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.